

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07188858
PUBLICATION DATE : 25-07-95

APPLICATION DATE : 27-12-93
APPLICATION NUMBER : 05330833

APPLICANT : MITSUBISHI STEEL MFG CO LTD;

INVENTOR : KATO KINYA;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/54

TITLE : STEEL FOR COLD FORGING

ABSTRACT : PURPOSE: To produce automobile drive mechanism parts, etc., by cold forging.

CONSTITUTION: A steel, having a composition consisting of 0.25-0.39% C, 0.03-0.10% Si, 0.60-1.00% Mn, $\leq 0.05\%$ Ni, $\leq 0.30\%$ Cr, $\leq 0.03\%$ Mo, $\leq 0.05\%$ Cu, 0.010-0.030% Al, 0.010-0.050% Ti, 0.0003-0.0050% B, 0.0050-0.0100% N, $\leq 0.0015\%$ O, $\leq 0.020\%$ P, 0.005-0.020% S, and the balance Fe, is used. After hot rolling is finished, the steel is cooled at $\leq 0.7^\circ\text{C}/\text{sec}$ cooling rate and cold-forged in this state or in an as-normalized state.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-188858

(43) 公開日 平成7年(1995)7月25日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/54	3 0 1 Z			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-330833

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 088176833

三菱製鋼株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72) 発明者 坂本 和夫

東京都江東区東雲1-9-31三菱製鋼株式
会社東京製作所内

(72) 発明者 福住 達夫

東京都江東区東雲1-9-31三菱製鋼株式
会社東京製作所内

(72) 発明者 広松 秀則

東京都江東区東雲1-9-31三菱製鋼株式
会社東京製作所内

(74) 代理人 弁理士 小松 秀岳 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷間鍛造用鋼

(57) 【要約】

【目的】 自動車用の駆動系部品などを冷間鍛造により提供するものである。

【構成】 C: 0.25~0.39%, Si: 0.03~0.10%, Mn: 0.60~1.00%, Ni: 0.05%以下, Cr: 0.30%以下, Mo: 0.03%以下, Cu: 0.05%以下, Al: 0.010~0.030%, Ti: 0.010~0.050%, B: 0.0003~0.0050%, N: 0.0050~0.0100%, O: 0.0015%以下, P: 0.020%以下, S: 0.005~0.020%, 残部Feよりなる鋼で、熱間圧延終了後0.7℃/秒以下の冷却速度で冷却し、そのままもしくは焼ならし処理したまま冷間鍛造するもの。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C:0.25~0.39%、Si:0.03~0.10%、Mn:0.60~1.00%、Ni:0.05%以下、Cr:0.30%以下、Mo:0.03%以下、Cu:0.05%以下、Al:0.010~0.030%、Ti:0.010~0.050%、B:0.0003~0.0050%、N:0.0050~0.0100%、O:0.0015%以下、P:0.020%以下、S:0.005~0.020%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物元素よりなることを特徴とする冷間鍛造用鋼。

【請求項2】 請求項1記載の組成の鋼を素材とし、熱間圧延終了後0.7℃/秒以下の冷却速度で冷却し、そのままもしくは焼ならし処理したままで冷間鍛造してなることを特徴とする冷間鍛造用鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車用の駆動系部品などを冷間鍛造により提供するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動車用の駆動力伝達部品であるシャフトやヨークは、価格、強度の面からS40C~S45Cのような中炭素鋼を素材として熱間鍛造により成形され、その後必要な機械的強度を得るため、焼入れ、焼戻し処理され、さらに切削等の機械加工がなされて製造されている。あるいは、前記の中炭素鋼を球状化焼鈍処理のような軟化熱処理を施した後、冷間又は温間鍛造により成形した後、焼入れ、焼戻し処理、仕上げ加工を経て製造される。しかるに近年これらの機械部品は製造コストの低減を目的とした省エネルギー、省工程を達成するために、熱間鍛造の省略と機械加工代の軽減から、冷間鍛造化が図られている。しかしながら、従来素材として使用されてきた中炭素鋼は、冷間鍛造を実施するには、その前処理としての球状化焼鈍の如き軟化熱処理が余儀なくされていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、本発明は熱間圧延ままもしくは焼きならし処理ままで冷間鍛造を施すことができるように、鋼の化学成分と冷間鍛造性との関

係について調査研究を行い、冷間鍛造性を損なわずに、従来鋼の強度を確保するための化学成分範囲を研究した。加えて、高周波焼入処理による表面硬化にも適するよう化学成分の硬化層深さ並びに表面硬度への影響について研究し、もって、球状化処理の如き軟化熱処理を要せずに冷間鍛造によって加工し、優れた加工材を得ようとするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、重量%で、C:0.25~0.39%、Si:0.03~0.10%、Mn:0.60~1.00%、Ni:0.05%以下、Cr:0.30%以下、Mo:0.03%以下、Cu:0.05%以下、Al:0.010~0.030%、Ti:0.010~0.050%、B:0.0003~0.0050%、N:0.0050~0.0100%、O:0.0015%以下、P:0.020%以下、S:0.005~0.020%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物元素よりなることを特徴とする冷間鍛造用鋼および上記組成の鋼を素材とし、熱間圧延終了後0.7℃/秒以下の冷却速度で冷却し、そのままもしくは焼ならし処理したままで冷間鍛造してなることを特徴とする冷間鍛造用鋼である。本発明者らは、熱間圧延ままもしくは焼きならし処理ままで冷間鍛造を施すことができるように鋼の化学成分と冷間鍛造性とについて調査を行い、冷間鍛造性を損なわずに、従来鋼の強度を確保するための化学成分範囲を研究した。加えて、高周波焼入処理による表面硬化にも適するよう化学成分の硬化層深さ並びに表面硬度への影響について研究を行った。

【0005】 まず、本発明鋼並びに現用鋼であるS43Cを用い「870℃×1時間保持後冷却」の条件での焼きならし処理(S43C-N)並びに「760℃×20時間保持後10℃/hで冷却」の条件で球状化焼鈍処理(S43C-SA)を行った比較鋼を、図1に示す冷間圧縮試験片に機械加工し、種々の圧縮率で圧縮変形させた時の変形率50%と60%の変形に要する荷重と化学成分との関係を試験した。結果を表1に示す。

【0006】

【表1】

標 号	化 学 成 分 (wt%)														硬 さ HV	冷間圧縮率 (%)	
																50%以上	60%以上
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ti	B	O	H			
a	0.25	0.10	0.52	0.015	0.011	0.03	0.11	0.03	0.06	0.021	0.025	0.0019	0.0016	0.0051	140	23.90	33.20
b	0.25	0.08	0.63	0.008	0.008	0.05	0.11	0.02	0.06	0.022	0.027	0.0017	0.0014	0.0062	147	24.30	34.90
c	0.32	0.10	0.64	0.011	0.009	0.03	0.05	0.02	0.03	0.017	0.017	0.0018	0.0010	0.0083	150	25.20	35.10
d	0.34	0.07	0.63	0.011	0.012	0.03	0.11	0.02	0.04	0.025	0.026	0.0015	0.0012	0.0087	154	26.00	36.20
e	0.34	0.10	0.74	0.011	0.009	0.03	0.11	0.02	0.04	0.028	0.025	0.0012	0.0010	0.0072	148	23.30	36.20
f	0.34	0.10	0.58	0.011	0.013	0.03	0.18	0.01	0.05	0.022	0.021	0.0018	0.0014	0.0086	158	29.20	38.10
g	0.39	0.10	0.61	0.015	0.016	0.04	0.10	0.02	0.03	0.027	0.019	0.0020	0.0011	0.0087	162	28.10	37.80
h	0.34	0.10	1.38	0.010	0.010	0.02	0.11	0.02	0.05	0.022	0.014	0.0018	0.0010	0.0073	203	31.70	44.00
i	0.43	0.23	0.71	0.017	0.014	0.06	0.15	0.03	0.08	0.023	0	0	0.0038	0.0087	198	31.90	43.40
j	0.43	0.23	0.71	0.017	0.014	0.05	0.15	0.03	0.08	0.023	0	0	0.0038	0.0087	189	28.50	40.70
比較鋼 (S45C H)																	
比較鋼 (S45C SA)																	

【0007】表2は高周波焼入性と化学成分の関係を求めるために実施した試験結果を示したものである。すなわち、種々の化学成分を有する供試材を「870℃×1時間保持後空冷」の条件で焼ならし処理を実施した後、図2に示す試験片を作製し、下記条件で高周波焼入を実施した。

形式：真空管、能力：150KW、周波数：25KHz、電圧：9.7KV、電流：7.0A、コイル径：35mmφ、送り速度：8.4mm/S。

その後、硬度測定を行い、表面硬度、硬化層（Hv45

0までの表面からの距離）を求めた結果を示している。これらの結果より、60%の冷間圧縮率と化学成分との関係における化学成分元素の冷間鍛造性を阻害する程度は、C>Mn>Si>Cr>Ni>Moの順であることが判り、一方、高周波焼入性についてはMo>Mn>Cr>Si>Cの順で硬化層深さの増加に寄与することが明らかになった。

【0008】

【表2】

	化学成分											(ppm)		炭素当量	有効炭素	
	(wt%)															
No	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ti	B	O	N	(Hv)	(mm)
1	0.25	0.10	0.82	0.015	0.011	0.03	0.11	0.03	0.05	0.021	0.025	0.0018	15	51	575	3.15
2	0.29	0.38	0.63	0.009	0.008	0.03	0.11	0.02	0.05	0.028	0.027	0.0017	16	62	585	3.25
3	0.32	0.10	0.84	0.011	0.009	0.03	0.05	0.02	0.03	0.017	0.017	0.0018	10	83	585	3.40
4	0.32	0.11	1.35	0.012	0.012	0.03	0.53	0.02	0.05	0.010	0	0	9	55	605	6.10
5	0.32	0.24	0.74	0.010	0.010	0.04	0.17	0.02	0.05	0.018	0	0	11	57	685	3.50
6	0.33	0.28	0.63	0.009	0.009	0.05	0.11	0.03	0.04	0.019	0.022	0.0017	13	81	585	3.60
7	0.34	0.07	0.63	0.011	0.012	0.03	0.11	0.02	0.04	0.025	0.028	0.0015	12	67	610	3.85
8	0.34	0.10	0.44	0.011	0.009	0.03	0.11	0.02	0.04	0.010	0.021	0.0012	9	65	585	3.45
9	0.34	0.10	1.38	0.010	0.010	0.02	0.11	0.03	0.05	0.022	0.014	0.0018	10	73	615	5.60
10	0.34	0.21	0.63	0.009	0.008	0.03	0.11	0.02	0.05	0.028	0.025	0.0018	10	89	592	3.80
11	0.37	0.28	0.82	0.011	0.010	0.05	0.18	0.03	0.05	0.027	0	0	11	100	645	4.10
12	0.39	0.10	0.63	0.018	0.015	0.04	0.11	0.03	0.04	0.027	0.018	0.0015	13	83	654	3.75
13	0.39	0.23	0.70	0.018	0.014	0.03	0.15	0.03	0.03	0.035	0	0	9	89	644	3.50
14	0.40	0.25	0.60	0.015	0.011	0.03	0.08	0.04	0.04	0.021	0	0	8	80	880	5.80
15	0.41	0.23	0.88	0.013	0.014	0.03	0.18	0.02	0.03	0.023	0	0	14	98	652	7.00
16	0.42	0.28	0.77	0.012	0.011	0.05	0.18	0.02	0.03	0.019	0	0	13	100	674	4.80
17	0.43	0.25	0.82	0.015	0.009	0.05	0.15	0.15	0.04	0.022	0	0	11	95	691	6.80
18	0.44	0.27	0.80	0.018	0.017	0.03	0.42	0.03	0.04	0.018	0	0	12	97	680	8.55
19	0.51	0.21	0.81	0.013	0.009	0.03	0.54	0.03	0.08	0.020	0.021	0.0020	11	81	735	4.70
20	0.51	0.23	0.86	0.016	0.011	0.03	0.93	0.03	0.05	0.023	0	0	9	98	728	8.50
21	0.52	0.21	1.18	0.017	0.020	0.03	0.55	0.03	0.05	0.024	0.026	0.0022	8	82	738	6.80
22	0.52	0.23	0.58	0.018	0.013	0.04	0.98	0.03	0.05	0.021	0	0	7	100	744	4.85
23	0.52	0.25	1.24	0.016	0.015	0.02	0.58	0.02	0.04	0.018	0	0	10	98	738	6.60
24	0.53	0.22	0.74	0.017	0.010	0.05	0.98	0.15	0.05	0.017	0	0	12	85	742	8.60
25	0.53	0.24	0.99	0.009	0.018	0.05	0.93	0.03	0.05	0.020	0	0	10	98	745	6.10
26	0.53	0.27	0.80	0.011	0.015	0.04	0.15	0.01	0.03	0.021	0	0	9	84	748	4.30
27	0.54	0.22	1.43	0.012	0.015	0.05	0.55	0.03	0.04	0.025	0	0	10	78	738	6.70
28	0.55	0.26	1.38	0.016	0.018	0.05	0.54	0.03	0.05	0.028	0	0	11	88	708	5.90
29	0.57	0.21	0.84	0.014	0.018	0.05	0.77	0.25	0.05	0.021	0	0	10	87	752	6.70
30	0.61	0.28	0.94	0.009	0.007	0.05	0.92	0.01	0.04	0.018	0	0	9	89	773	6.20
31	0.78	0.23	1.17	0.018	0.008	0.05	1.27	0.03	0.05	0.019	0	0	8	81	780	5.25
32	0.84	0.24	0.46	0.018	0.013	0.05	0.19	0.02	0.05	0.023	0	0	8	83	810	4.00

【0009】そこで、これらの研究結果をもとに、冷間鍛造性についてはC、Siの含有量を抑制すること並びにNi、Cu、Moの含有量をできるだけ低くすること、そして高周波焼入性についてはMoはコスト上昇要因となることと、先のとおり冷間鍛造性を悪くすることから、コスト的に低廉な元素であるMn、Cr、Bにて確保することを目的として化学成分範囲を前述のように規定した。そして、かかる鋼は熱間圧延終了後、0.7℃/秒以下の冷却速度で冷却し、そのままもしくは焼ならし処理したままで冷間鍛造をすることが可能である。

【0010】本発明の成分限定の理由は下記のとおりである。

C：Cは焼入れ、焼戻し処理後の強度を確保する上から必須の元素であり、本発明鋼を適用しようとする対象部品においては高周波焼入処理による表面硬度の確保を考慮すると最低でも0.25%が必要である。しかし、多量の添加は冷間鍛造性を阻害することから好ましくない。よって、Cの上限は0.39%とする。

【0011】Si：Siは通常、製鋼時に脱酸材として必要な元素であり、充分なる脱酸を実施するためには少なくとも0.03%は必要である。しかしSiも多量に添加すると冷間鍛造性を阻害することから、上限を0.10%とする。

50 Mn：Mnも通常、製鋼時に脱酸材として必要な元素で

あり、かつ焼入れ、焼戻し処理後の焼入性を確保する上で必須の元素である。加えて高周波焼入れ処理時の硬化層深さの確保には必須の元素である。したがって、0.60%未満ではこの効果が期待できないので0.60%を下限とする。一方、多量の添加冷間鍛造性を阻害すると共に、仕上加工時の切削性を低下させる。そこで上限を1.00%とする。

【0012】Cr: Crは焼入性を向上させる元素であり、同時に熱間圧延まま、もしくは焼きならし処理ままの芯部の硬度を高める元素でもある。したがって必要に応じて焼入性を調整する目的で使用することはあるが、多量に添加された場合には冷間鍛造性を阻害するため0.30%を上限とする。

Ni: Niも焼入性を向上させる元素であるが、多量の添加は熱間圧延まま、若しくは焼きならし処理ままの芯部の硬度を高める元素であり、冷間鍛造性を阻害するため上限を0.05%とする。

【0013】Mo: Moも焼入性を向上させる元素であるが、多量の添加は熱間圧延まま、若しくは焼きならし処理ままの芯部の硬度を高める元素であり、冷間鍛造性を阻害するため上限を0.03%とする。

Cu: Cuは不可避的不純物元素ではあるが、多量の含有は熱間圧延まま、若しくは焼きならし処理ままの芯部の硬度を高める元素であり、冷間鍛造性を阻害することから上限を0.05%とする。

【0014】Al: Alは製鋼時、脱酸材として必須の元素であると共にNと共にAlNを生成し鋼のオーステナイト結晶粒度を細粒化させる。そのためには、0.010%以上の含有量は必要である。したがって、下限を0.010%とする。一方、多量の添加は溶鋼時に大気中の酸素と結合し、酸化物系の非金属介在物の量を増しこれが起点となり冷間鍛造時に割れの発生を助長する。したがって、0.030%を上限とする。

【0015】Ti: TiはAlと同様にNと結合しBの焼入性を向上させる元素である。しかし、0.010%ではその効果は少ない。反面、0.050%を越えて添加された場合には大形のTiN介在物が形成され冷間鍛造時の割れの起点となる。そこで、0.050%とする。

B: Bは微量の添加で焼入性を向上させる元素であり、0.0003%未満ではその効果は発揮されないで0.0003%を下限とする。しかし過剰なる添加は鋼材の強靱性を低下させるので0.0050%を上限とする。

【0016】N: NはBの焼入性に対する効果を十分に発揮させるためには可能な限り低い方が好ましい。したがって、上限を0.0100%とする。一方、Alと結合させAlNの析出物によるオーステナイト結晶粒の微細化を達成させるためには少なくとも0.0050%必要であることから、これを下限とする。

O: Oは酸化物介在物を形成し、冷間鍛造時に割れの起点となることから極力低減されることが望ましい。したがって上限を0.0015%とする。

【0017】P: Pはオーステナイト結晶粒界に濃化し焼入れ時の割れ発生を助長する。したがって、可能な限り低減されることが望ましく上限を0.020%とする。

S: Sは冷間鍛造性を阻害する元素であることから上限を0.020%とする。しかし、低く過ぎると切削性を阻害することから下限を0.005%とする。又、冷間鍛造において熱間圧延終了後の冷却速度を0.7℃/秒以下とするのは、これを越える冷却速度では素材が硬くなり冷間鍛造性を阻害するからである。

【0018】

【実施例】本発明鋼並びに従来鋼の中炭素鋼(S43C)を比較鋼としたものをそれぞれ特性評価を試験した例を以下に示す。表3に示す化学成分の発明鋼を2.1t鋼塊で溶製し、ピレット圧延した後25mm丸へ熱間圧延し、さらに870℃×1時間保持後空冷の焼ならし処理を実施した。そして、従来鋼のS43C-NとS43C-SAは表1と同一材料である。これを母材として、図1並びに図2に示した試験片を作製し、冷間圧縮変形試験と高周波焼入れ特性確認試験を実施した。結果を表3に併記する。

【0019】

【表3】

化学成分	(wt%)												高周波焼入れ特性		焼入れ後 硬さ(HRC)	焼入れ後 硬さ(Hv)	焼入れ後 硬さ(HRC)	焼入れ後 硬さ(Hv)	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ti	B	O	N					炭素当量
本発明鋼	0.34	0.07	0.72	0.008	0.013	0.04	0.17	0.02	0.08	0.013	0.023	0.0023	14	83	3.80	3.80	159	28.80	36.90
従来鋼(S43C)	0.43	0.23	0.71	0.017	0.014	0.06	0.15	0.03	0.08	0.023	0	0	0	87	3.50	3.50	193	31.91	41.40
従来鋼(S43C-S45C)	0.43	0.23	0.71	0.017	0.014	0.06	0.15	0.03	0.08	0.023	0	0	0	87	2.45	2.45	169	23.80	40.70

【0020】この結果から明らかなように、本発明鋼は従来鋼であるS43Cの焼ならし処理材ばかりでなく球状化焼鈍材よりも冷間加工性に優れていることが確認された。加えて、高周波焼入れ性についても、硬化層深さ(Hv450の硬さの深さ)も従来鋼より深く、又、表面硬さについても、通常高周波焼入れで要求される最低硬さHRC50(Hv510)に対して高い値となっており、十分な特性を有することが確認された。このような特性を有する本発明鋼を使用して図3に示す試験片を作製し、高周波焼入れ後ねじり疲労試験を実施した。結果を図4に示したが、従来鋼S43Cのレベルに対して勝るとも劣らない疲労特性が確認された。

【0021】

【発明の効果】本発明鋼は、従来熱間鍛造で母材が成形された後、機械加工により仕上げ成形が施され、さらに表面を高周波焼入れされて使用される中炭素高強度部品類において、前熱処理として長時間を要する球状化焼鈍処理をせずに冷間鍛造で成形することが可能となった。したがって、従来に比して、作業性の改善、生産性の向上、コストの低減に多大な貢献をする。

【図面の簡単な説明】

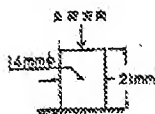
【図1】冷間圧縮試験片の説明図である。

【図2】高周波焼入れ特性試験片の説明図である。

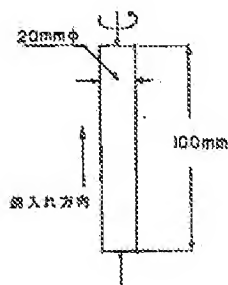
【図3】ねじり疲労試験片の説明図である。

【図4】ねじり疲労試験結果を示すグラフである。

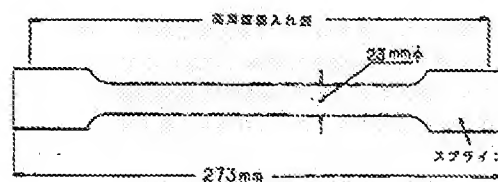
【図1】



【図2】



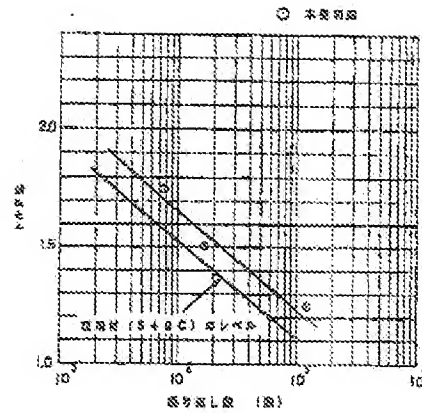
【図3】



(7)

特開平7-188858

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 城井 幸保

愛知県岡崎市橋目町字中新切1番地 三菱
自動車工業株式会社乗用車開発本部内

(72)発明者 谷口 庸一

愛知県岡崎市橋目町字中新切1番地 三菱
自動車工業株式会社乗用車開発本部内

(72)発明者 加藤 欽也

愛知県岡崎市橋目町字中新切1番地 三菱
自動車工業株式会社乗用車開発本部内

